

# ОБЗОРЫ

Е. И. Юркевич, В. В. Кугач, Е. В. Игнатьева, Е. Н. Тарасова, Э. С. Войтович

## РОБОТЫ В БОЛЬНИЧНЫХ АПТЕКАХ

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье представлен опыт использования роботизированных систем в больничных аптеках различных стран мира. Определено, что роботы выполняют различные функции: дозирование лекарственных средств в индивидуальную упаковку с учетом назначения врача конкретному пациенту; доставку лекарственных средств из больничной аптеки в отделения больницы, учет их использования; сопровождение пациентов в места назначения; аптечное изготовление различных лекарственных форм, разведение и смешивание растворов высокотоксичных химиотерапевтических лекарственных средств. Кроме того, в отделениях больницы для хранения лекарственных средств используются интеллектуальные шкафы, которые являются частью централизованной системы управления товарными запасами больничной аптеки.*

*Показано, что использование роботов в больничных аптеках может способствовать улучшению лекарственного обеспечения пациентов, облегчению работы фармацевтических и медицинских работников, а также сокращению затрат.*

**Ключевые слова:** робот, автоматизированная система, больничная аптека, лекарственное средство.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время роботы широко применяются в медицинской и фармацевтической сферах. Интеллектуальные устройства способны сделать лечение более эффективным и безопасным для пациента, снизить риск развития осложнений [1].

В аптеках, обслуживающих население, робототехника используется для приемки товара и его распределения по местам хранения, складирования, контроля за сроками годности, подачи упаковок на рабочее место провизора-рецептара [2].

Можно выделить два основных направления, по которым развивается использование роботов в больничных организациях: роботы, облегчающие труд медицинских работников, и роботы, выполняющие функции вспомогательного персонала. Так, например, во многих клиниках мира используются роботы для выполнения хирургических операций. Врач, управляя роботом с помощью джойстиков и педалей, контролирует его работу через специальный экран, куда выводится многократно увеличенное 3D-изображение органа. Сегодня роботы способны выполнять операции любой сложности на сердце, щитовидной железе, органах таза и брюшной полости [1].

Задачей роботов, выполняющих функции вспомогательного персонала, является освобождение медсестер, сиделок, санитаров от рутинной работы, связанной с решением однотипных задач, отнимающих много сил и времени, но не требующих значительных мыслительных усилий или принятия решений. К ним можно отнести программы электронной регистрации пациентов и электронное хранилище сведений о пациентах (объединяет данные электронных медицинских карт – ЭМК и электронных рецептов – ЭР), а также логистических роботов, осуществляющих перевозки результатов анализов, медицинских документов, пищи, белья и т. д. Данные роботы также способны отвечать на вопросы пациентов и посетителей больницы, осуществлять забор крови на анализ, уборку помещений и некоторые другие обязанности [1, 2].

Важным направлением работы стационара является лекарственное обеспечение пациентов. В настоящее время больничная аптека в любой стране располагает значительным ассортиментом лекарственных средств (ЛС). Наличие одинаковых по внешнему виду упаковок, созвучных торговых наименований, а также различных фасовок и дозировок одного ЛС зачастую приводит к ошибкам, вызванным челове-

ческим фактором. Автоматизация процесса лекарственного обеспечения больничных аптек позволяет увеличить скорость обслуживания пациентов при одновременном исключении ошибок [3–5].

Цель настоящего исследования – изучение опыта использования роботизированных систем в больничных аптеках.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Материалами исследования были публикации в научно-практических журналах и интернет-источники. В работе использовали эмпирические (сравнение), комплексно-комбинированные (анализ, синтез) методы исследования.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

### **РОБОТЫ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В БОЛЬНИЧНЫХ АПТЕКАХ**

В настоящее время одной из важнейших проблем в медицине является проблема безопасности фармакотерапии. Значительная часть осложнений лекарственной терапии обусловлена «человеческим фактором», в том числе ошибками, случающимися на этапе выдачи ЛС пациентам. Устранить эти проблемы и повысить качество фармакотерапии в целом позволяет принцип организации лекарственного обеспечения пациентов, основанный на распределении ЛС на персональные дозы, под которыми понимается набор лекарственных средств (медицинских изделий), назначенных лечащим врачом конкретному пациенту на конкретную дату (время). Доставка персональных доз пациенту осуществляется в госпитальных упаковках [3, 4].

Существует две категории роботизированных систем, выполняющих функции распределения лекарственных средств: роботы, дозирующие твердые лекарственные формы (таблетки, драже, капсулы), и роботизированные системы для распределения лекарственных средств в различных лекарственных формах (в том числе в ампулах, суппозиториях, тубах). Для управления процессом доставки используется штрих-кодирование [3].

Роботизированные системы распределения лекарственных средств в больничных аптеках построены по модульному принципу. Как правило, они включают

станцию заполнения, multifunctionalную систему для автоматической загрузки, промежуточный склад, упаковочную станцию для подготовки персональных доз ЛС, автоматизированную систему хранения, установки сбора персональных доз ЛС для их доставки пациенту. Компоновка модулей позволяет подобрать необходимый комплект оборудования в зависимости от объема работы стационара. При этом для его размещения не требуется больших площадей. Так, автоматизированная система распределения для стационара на 300–400 коек может размещаться на площади 50 кв. м. Внедрение такой системы приводит к существенной экономии денежных средств [3].

Первый робот для больничных аптек был создан корпорацией Intel и установлен в больнице г. Альбукерке, штат Нью-Мексико, США. Этот робот, получивший название Роза, выполняет функции по распределению лекарственных средств для пациентов больницы. Данная роботизированная система в одном из помещений больничной аптеки собирает в соответствии с назначением врача лекарственные средства для каждого пациента в индивидуальные упаковки – пакеты, маркирует их штрих-кодом, в котором содержатся данные о пациенте и информация о режиме приема лекарственных средств. Далее эти пакеты, упакованные в конверты, укладываются в контейнеры для отделений и отправляются в палаты по специальной вакуумной системе: контейнер попадает в воздушный поток, а затем при помощи вакуумного насоса транспортируется в приемный бункер. Там медсестра сканирует штрих-код на пакете с лекарственным средством и сопоставляет полученные данные с информацией о назначенном лечении, содержащейся в электронном виде в браслете, который выдается каждому пациенту. Такая система автоматизированного распределения лекарственных средств позволила обеспечить точность работы на уровне 99,7 % и практически исключить обусловленные человеческим фактором ошибки, приводившие к тому, что пациент получал не те лекарственные средства, которые были ему назначены. Кроме того, робот Роза обеспечивает надежный автоматизированный учет всех лекарственных средств и тем самым многократно сокращает затраты времени сотрудников боль-

ницы на учет наркотических средств, подлежащих особому контролю [5].

В больнице английского города Суиндон установлены аптечные роботы Wall-E и Eva. Перемещаясь в помещениях хранения вдоль полок-ячеек с ЛС, роботы осуществляют их поиск по штрих-кодам в соответствии с выписанными рецептами. При вводе специалистом на компьютере наименования необходимого ЛС робот достает его с помощью руки-манипулятора с «присоской» и перемещает в специальный отсек [6]. Далее собранные наборы ЛС передаются в отделения больницы.

В розничных и больничных аптеках используется робот Omnicell M5000, разработанный американской компанией Medication Technologies. Робот собирает индивидуальные наборы лекарственных средств для пациентов, раскладывая таблетки и капсулы в блистеры. При этом робот способен не только считывать информацию со штрих-кода на упаковке, но и распознавать цвет, размер и форму таблеток. Собранный комплект рассчитан на неделю приема. Каждая ячейка блистера обозначает день недели, поэтому пациенту не нужно вспоминать, сколько раз в день нужно принимать то или иное ЛС, робот сразу распределяет их в нужном количестве и последовательности согласно назначению врача. За один час робот Omnicell M5000 собирает в среднем 50 комплектов ЛС, тогда как человек – только четыре. Такие роботы особенно могут быть востребованы в домах престарелых, в которых находится большое количество пожилых людей с множественной патологией, требующей комплексного лечения [1, 2, 7, 8].

Роботизированную систему для выдачи лекарственных средств пациентам стал использовать в 2012 году медицинский центр Гилель Яфэ (Израиль). Робот установлен в аптеке медицинского центра. Фармацевтический работник вводит в компьютер поступивший в аптеку рецепт. Система сверяет назначение врача с историей болезни пациента, проверяет режим дозирования и совместимость назначенного лекарственного средства с другими, если их назначено несколько, а также противопоказания к применению при наличии у пациента нескольких заболеваний. После проверки роботу дается задание выдать лекарственное средство в нужной дозе и требуемом количестве. Робот про-

веряет целостность упаковки и срок годности лекарственного средства, печатает этикетку для пациента с рекомендациями по его применению, индивидуальный код пациента, которые прикрепляются к пакету с лекарственным средством. Пакеты передаются в отделение, где медицинские сестры раздают их пациентам. В случае выписки пациента пакет с неиспользованным лекарственным средством возвращается в аптеку. Робот повторно проверяет целостность упаковки, срок годности лекарственного средства и при отсутствии каких-либо нарушений возвращает его в зону хранения [9].

В Дубае в больнице Рашида также открылась аптека, оснащенная роботом, с помощью которого осуществляется отпуск лекарственных средств. Робот способен обрабатывать до 12 рецептов в минуту и анализировать 35000 наименований лекарственных средств. Выбор необходимого лекарственного средства осуществляется путем считывания штрих-кода на упаковке. К ноябрю 2018 г. управлением здравоохранения Дубая было открыто четыре аптеки, в которых для поиска и распределения ЛС используются роботы [10]. В рамках принятой стратегии развития здравоохранения на 2016–2021 годы планируется оснастить аптечными роботами все больницы Дубая [11].

В Северной Ирландии в больнице Southern района Крейгавон установлена роботизированная система, сочетающая в себе функции автоматической комплектации наборов ЛС и доставки их в отделения. Система включает в себя роботизированный склад, где на 850 полках хранится запас ЛС и происходит их отбор в соответствии с врачебными назначениями, и коммуникации длиной 1,5 км, по которым укомплектованные для каждой палаты наборы ЛС доставляются транспортными тележками. Распознавание роботом ЛС происходит путем сканирования штрих-кодов. В ночное время робот проводит анализ расположения препаратов на полках и контролирует запас ЛС [12].

Использование автоматизированных систем распределения ЛС для стационара помимо исключения ошибок, сокращения затрат времени сотрудников приводит к существенной экономии денежных средств. Например, внедрение роботизированной системы персонифицированного

обеспечения лекарственными средствами пациентов трех отделений итальянского госпиталя PescaraHospital привело к экономии около 63000 евро в год [3].

### **РОБОТЫ ДЛЯ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗ БОЛЬНИЧНЫХ АПТЕК ПАЦИЕНТАМ В ОТДЕЛЕНИЯ**

Зачастую доставку ЛС в индивидуальных упаковках в отделения больниц осуществляют на тележках [12]. Как уже было отмечено, для этой цели могут использоваться специальные вакуумные системы [5]. Также для доставки ЛС пациентам из аптеки в отделения больницы применяются разнообразные роботизированные системы (логистические роботы).

В Университетской больнице Грегорио Мараньона в Мадриде (Испания) установлен робот для оказания лекарственной помощи пациентам с хроническими заболеваниями. Врач выписывает пациенту рецепт. Робот считывает штрих-код, сверяет назначение с электронной медицинской картой пациента и в течение 1 минуты находит требуемое ЛС, которое доставляется в пункт обслуживания с помощью транспортера. Таких пунктов обслуживания в больнице несколько, пациент выбирает тот, который ему удобнее. Робот информирует пациентов о правилах приема ЛС, ведет учет их использования. Благодаря интегрированности в информационную систему клиники применение роботизированной системы позволило снизить расходы и повысить эффективность лечения [13, 14].

С 2010 года компания Panasonic работала над проектом логистического робота, способного взять на себя функции доставки ЛС пациентам. Причиной этому послужили многочисленные жалобы медицинских сестер и фармацевтических работников Японии на то, что им постоянно приходится отвлекаться от работы, когда кому-то из пациентов необходимо срочно доставить лекарственное средство [15]. В конце 2013 года компания представила робота HOSPI-R (рисунок 1, см. обложку журнала).

Испытание данного аппарата проводилось на базе больницы Мацусита, созданной основателем компании Panasonic для тестирования инновационных медицинских разработок с целью улучшения системы здравоохранения страны. Испытание проводилось на двух роботах, которые

работали исключительно в ночные смены и выполняли только мелкие поручения медицинских сестер. Пилотный проект длился два года, в течение которых машины модифицировались и улучшались [15].

Основной положительной характеристикой робота HOSPI-R является автономная навигационная система. Многие больничные роботы перемещаются по громоздким рельсам либо другим устройствам исключительно по фиксированным маршрутам. По сравнению с ними робот HOSPI-R дешевле на 25–50 %, а расходы по его эксплуатации – на 80 % [15].

Карта больницы фиксируется в «памяти» робота для последующей установки необходимого маршрута. В случае изменения (например, постройка нового корпуса) система автоматически включает его в карту своего маршрута. HOSPI-R способен самостоятельно управлять лифтом, преодолевать внезапные препятствия, автоматически меняя маршрут с помощью датчиков.

Робот HOSPI-R оснащен системой безопасности, предотвращающей кражу или ошибочное взятие не тех лекарственных средств и проб для анализов. Полки робота имеют систему амортизации для удержания жидкостей в стабильном положении. Дверца контейнера для хранения опирается только специальной электронной картой. Для наиболее быстрой и безопасной доставки предметов робот может как увеличивать, так и снижать скорость перемещения на протяжении всего маршрута.

Робот HOSPI-R способен перемещать до 20 кг грузов с максимальной скоростью 1 метр в секунду, время работы без подзарядки – 7 часов, время зарядки – 8 часов. Таким образом, три робота могут обеспечить «круглосуточное дежурство» [15].

Помимо работы курьера, данные роботы способны отвечать на вопросы пациентов и посетителей больницы, а также сопровождать их в места назначения [1, 15]. В настоящее время данный тип роботов реализуется по всему миру [15].

В феврале 2018 года в больницах Японии появились более модернизированные логистические роботы, выполняющие те же функции, что и HOSPI. Все они интегрированы в единую систему распределения ЛС по больнице. Данные машины оснащены холодильниками емкостью 90 л, отдельными полками для документов

и могут перевозить до 30 кг грузов. Их корпуса оснащены радаром, камерами и датчиками, с помощью которых они могут безопасно и эффективно перемещаться по стационару и за его пределами. Сотрудники больницы могут управлять ими через специальное приложение для смартфонов или планшетов. Приложение можно использовать для постановки роботу необходимой задачи, проверки состояния батареи или оценки эффективности его работы [16–18].

В Швейцарии разработкой и продажей подобных роботов-разносчиков для применения в медицинских учреждениях занимается компания Swisslog. Транспортный робот RoboCourier прост в управлении, способен обходить препятствия, перемещаться на лифте между этажами, перевозить до 30 кг груза и самостоятельно возвращаться на станцию зарядки. Робот может быть запрограммирован на регулярные маршруты [19].

С 2015 года началось оснащение роботизированными системами медицинских центров в США. В настоящее время в Соединенных Штатах есть различные типы подобных машин, но одними из первых стали роботы TUG (рисунок 2, см. обложку журнала [20]).

Данный робот представляет собой передвижной шкаф с отдельными закрытыми ячейками для ЛС, оснащенный датчиками, звуковыми радаром и лазерами для ориентации в пространстве. Он способен обходить препятствия и открывать двери. В конце смены TUG возвращается на станцию подзарядки [20].

В первых версиях робота получить доступ к его содержимому можно было посредством введения специального цифрового кода. В настоящее время робот TUG модифицирован и имеет два уровня защиты: цифровой код и сканирование отпечатка пальца.

В больничной аптеке фармацевтический работник перед загрузкой робота лекарственными средствами на специальной панели (рисунок 3, см. обложку журнала) сканирует свой отпечаток пальца. После идентификации личности он получает доступ к определенной ячейке робота, предназначенной для хранения ЛС. Когда загрузка полностью произведена, провизор закрывает ячейку и устанавливает параметры доставки (рисунок 4, см.

обложку журнала). По прибытии робота в отделение медицинская сестра также может открыть ячейку с помощью отпечатка пальца (в крайнем случае – цифрового кода). После идентификации она получает доступ только к той ячейке, в которой хранятся ЛС, предназначенные для её отделения (рисунок 5, см. обложку журнала) [20].

Ещё одним примером больничного робота-курьера является робот Relay, выпускаемый компанией Savioke, США. Калифорния стала первым штатом, активно использующим подобного робота в больничной практике. Данный робот способен перевозить одновременно лекарственные средства, пробы биологического материала для лабораторной диагностики, пищу и документы 24 часа в сутки [21, 22]. Им можно управлять с использованием беспроводной сети и веб-интерфейса (рисунок 6, см. обложку журнала [23]).

Робот имеет лазерную навигацию, машинное зрение, оптимизированную маршрутизацию, устройство открытия дверей и управления лифтом, а в случае возникновения непреодолимого препятствия фармацевтический работник может дистанционно начать управление роботом, благодаря беспроводной системе связи. Ещё одним преимуществом Relay является его значительно уменьшенный в сравнении с другими подобными роботами размер [24].

В Миннесоте данный робот используется для доставки лабораторных образцов между центральными лабораториями и соседними клиниками. Благодаря этому организации здравоохранения экономят огромные человеческие ресурсы.

В настоящее время многие страны Европы заключили договоры с компанией Savioke, производящей Relay, на использование роботов в своих больницах, лабораториях и аптеках [22].

В Шотландии в новой больнице Forth Valley Royal Hospital разработана инновационная роботизированная система, которая позволит заменить большое количество обслуживающего персонала. Для роботов предусмотрены специально оборудованные подземные помещения, из которых по мере вызова работниками больницы роботы на служебных лифтах могут перемещаться в больничные помещения и выполнять различные функции, в том числе раздачу ЛС. После выполнения задач роботы спускаются в подземные помеще-

ния для подзарядки аккумулятора и технического обслуживания. При этом, с целью снижения риска распространения инфекций роботы разделены на группы, предназначенные для выполнения «чистых» и «грязных» работ. Для каждой группы отведены свои подземные помещения и служебные лифты [25].

### **РОБОТЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЛС В ОТДЕЛЕНИЯХ БОЛЬНИЦ**

Финская компания New Icon выпускает системы интеллектуальных медицинских шкафов, представляющие собой набор модулей для временного хранения ЛС в отделениях больницы. Шкафы eMED ICON оснащены системой термоконтроля, электронными замками, обеспечивающими идентификацию пользователей и позволяющими установить ограничения на доступ к определенным модулям шкафа. Для получения ЛС необходимо ввести его наименование на дисплее, и ICON укажет на необходимое ЛС световыми указателями. В случае ошибочного извлечения другого ЛС электронный шкаф предупреждает об этом звуковыми и световыми сигналами. Интеллектуальные шкафы входят в централизованную систему управления товарными запасами больничной аптеки. Система позволяет в реальном времени контролировать движение ЛС по всей больнице, определять остатки ЛС в каждом шкафу, фиксировать извлечение упаковок или единичных доз (ампула, таблетка) ЛС с их мест хранения, отслеживать сроки годности, условия хранения. Помимо этого, eMED ICON имеет искусственный интеллект, который облегчает учет движения и расхода подконтрольных ЛС, позволяет получить информацию о лечении каждого пациента. Система способна создавать автоматический заказ на пополнение запаса ЛС и перевязочных материалов по мере их расходования [26].

### **КОМПЛЕКСНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ БОЛЬНИЧНЫХ АПТЕК**

Роботизированную систему для аптечного изготовления лекарственных средств разработали специалисты Калифорнийского университета (США). Робот Robotic IV Automation (RIVA) способен осуществлять изготовление, хранение и распределение по больнице лекарственных средств.

Робот получает рецепт в виде компьютерного файла и выполняет все необходимые технологические операции: находит требуемые компоненты, отвечает их, смешивает, растворяет. Роботизированная система может готовить пероральные формы и инъекционные растворы. После приготовления ЛС хранятся в индивидуальных отсеках в асептических условиях. Каждая упаковка ЛС снабжается этикеткой с обозначением состава, способа применения, даты изготовления и нанесенным штрих-кодом, необходимым для идентификации и быстрого поиска ЛС. На изготовление и распределение ЛС роботом затрачивается около 12 часов [27].

Роботы для изготовления лекарственных средств используются также в больничных аптеках Испании. Такой робот готовит лекарственные средства по часто повторяющимся прописям для пациентов с хроническими заболеваниями, проходящими длительные курсы лечения под ежедневным контролем медицинского работника. Он интегрирован в общую медицинскую информационную систему клиники и позволяет полностью автоматизировать процесс обеспечения пациента лекарственным средством: от момента выписки рецепта врачом и до учета использованного лекарственного средства. Схема работы данной системы представлена на рисунке 7.

1. Врач заполняет электронную медицинскую карту пациента, отмечает все необходимые ему лекарственные средства.

2. Врач выписывает электронный рецепт, снабженный специальным штрих-кодом.

3. Электронный рецепт отправляется в больничную аптеку, где робот считывает с него всю необходимую информацию, закодированную штрих-кодом.

4. Робот сверяет данные электронного рецепта с данными медицинской карты пациента.

5. В случае соответствия данных в обоих медицинских документах робот готовит выписанные лекарственные средства.

6. В случае несоответствия данных пациенту отказывается в обеспечении ЛС, а врачу приходит уведомление об ошибке.

7. Информация о наименованиях и количествах использованных в процессе изготовления ЛС материалов параллельно регистрируется в программе электронной бухгалтерии.

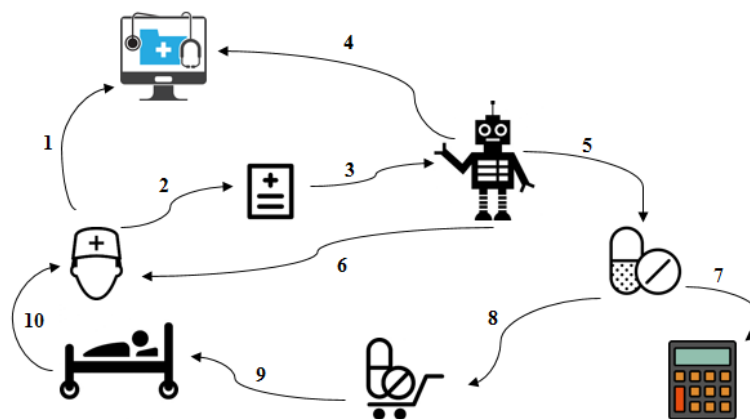


Рисунок 7. – Схема лекарственного обеспечения пациентов стационара с участием робота

8. После изготовления все необходимые ЛС отправляются на конвейерную ленту транспортера.

9. С транспортной ленты ЛС отправляются по отделениям больницы.

10. Врачу приходит уведомление о том, что пациент получил назначенное ему лекарственное средство.

Использование в обеспечении пациентов стационаров ЛС аптечного робота позволяет больнице значительно снизить организационные расходы и повысить эффективность лечения пациентов [28].

Одной из функций больничных аптек за рубежом является разведение и смешивание химиотерапевтических лекарственных средств для введения онкологическим пациентам с помощью шприцев или инфузионных систем. Для обеспечения точности дозирования и предотвращения контакта работников с лекарственными средствами, которые являются высокотоксичными, используется роботизированное оборудование. Смешивание осуществляется в асептических условиях, обеспечивается стерильность содержимого флакона (ампулы) после вскрытия упаковки. Компанией StaUBLi (Швейцария) разработано несколько моделей таких роботов: TXo40, TX60L [29].

Примером роботов для разведения антибиотиков для парентерального применения является изделие I.V ICON (Newicon). Данное устройство состоит из ламинарного шкафа II класса защиты и собственно робота, рабочее пространство которого имеет класс чистоты А (GMP). Специалист подготавливает ЛС и шприцы для заполнения, а робот наполняет флаконы изо-

тоническим раствором и, взбалтывая, растворяет ЛС и заполняет шприцы. За один цикл работ осуществляется разведение четырех флаконов в четыре шприца [30].

Кроме того, существуют автоматизированные системы, которые выполняют различный набор функций.

К таким роботам относится разработанный компанией Newico Oy робот Mega-Fixu (Мега-Умник), который активно используется в некоторых больничных аптеках Финляндии. Он входит в единую автоматизированную систему обработки, хранения, учета и выдачи лекарственных средств и перевязочных материалов. Данная система предназначена для облегчения труда фармацевтических работников и вспомогательного медицинского персонала больниц. В ее задачи входит приемка ЛС и перевязочных материалов (до 360 упаковок в час); их хранение; мониторинг сроков годности; инвентаризация; приемка и отправка электронных накладных поставщикам. Система осуществляет снабжение лекарственными средствами приемного покоя, дневного стационара, поликлиники. Транспортировку укомплектованных ящиков с отобранными ЛС осуществляют транспортные автоматы AGVS (Automatic Guided Vehicle Systems – автоматически управляемые транспортные системы, представляющие собой устройства, работающие без водителей). Кроме того, робот выполняет разведение ЛС для парентерального применения, упаковывает заказы в транспортные ящики отделений, маркирует их и осуществляет автоматическую транспортировку в отделения [31].

Робот установлен также в аптеке ме-

дицинского центра Калифорнийского университета (Сан-Франциско). Медицинский центр объединяет десять лучших больниц США и является одним из ведущих в стране научно-образовательных учреждений. Аптечный робот фасует в день в индивидуальные упаковки для пациентов стационаров около 10000 доз лекарственных средств, освобождая фармацевтических работников от длительного и трудоемкого процесса, требующего внимания и сосредоточенности.

Лекарственные средства с присвоенными индивидуальными штрих-кодами хранятся в пластиковых контейнерах на специальных стеллажах. Медицинский работник вводит в компьютер наименования необходимых лекарственных средств. Робот по штрих-коду распознает нужное место хранения, отбирает из контейнера таблетку или капсулу лекарственного средства, помещает ее в индивидуальную упаковку, маркирует и отправляет на специальный поддон. Индивидуально упакованные разовые дозы лекарственных средств, назначенных определенному пациенту, могут быть собраны на специальное пластиковое кольцо в соответствии с последовательностью приема [32]. Роботизированная система осуществляет наполнение шприцев или пакетов химиотерапевтическими средствами для внутривенного введения, сохраняя стерильность лекарственной формы после вскрытия упаковки. Робот также контролирует движение ЛС, которые хранятся на двух складах и в холодильнике [33].

Несмотря на существенные финансовые затраты, требуемые для внедрения роботизированных систем, использование роботов в больничных организациях обеспечивает экономию трудовых, временных и, как следствие, финансовых ресурсов. Так, в 2010 г. больница Эль-Камино (г. Маунтин-Вью, Калифорния, США) приобрела в лизинг у компании Aethon, Inc. 19 роботов для доставки ЛС, лабораторных анализов, белья, продуктов за \$350000 в год. При этом расходы на содержание штата, выполняющего такой же объем работы, составили бы более \$1 млн. в год [34].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди автоматизированных систем, используемых в больничных аптеках, можно выделить роботов для распределе-

ния лекарственных средств, их доставки из больничных аптек пациентам в отделения и изготовления лекарственных форм. Некоторые роботы осуществляют хранение лекарственных средств и выполняют комплекс перечисленных функций.

Роботы для распределения лекарственных средств осуществляют дозирование различных лекарственных форм в индивидуальные упаковки конкретному пациенту в соответствии с назначением врача. Как правило, для распознавания лекарственных средств в роботах используется штрих-кодирование. Транспортные роботы осуществляют доставку лекарственных средств из аптеки в отделения больницы. При этом данные роботизированные системы могут информировать пациента о правилах приема лекарственных средств, отвечать на его вопросы и сопровождать в пункт назначения. Системы для аптечного изготовления лекарственных средств позволяют изготавливать различные лекарственные формы, проводить разведение антибиотиков и других химиотерапевтических лекарственных средств, осуществлять их хранение и учет.

Использование роботизированных систем в больничных аптеках позволяет исключить ошибки, обусловленные человеческим фактором, сокращает затраты времени сотрудников, снижает риск распространения внутрибольничных инфекций, способствует улучшению качества изготавливаемых лекарственных средств, эффективности и безопасности лекарственного обеспечения стационарных пациентов, а также экономии денежных средств.

### SUMMARY

E. I. Yurkevich, V. V. Kuhach,  
A. V. Ihnatsyeva, E. N. Tarasova,  
E. S. Voitovich

#### ROBOTS IN HOSPITAL PHARMACIES

The article presents the experience of using robotic systems in hospital pharmacies around the world. It has been determined that robots perform various functions: dispensing drugs into individual packaging taking into account the doctor's prescription to a definite patient; delivery of drugs from the hospital pharmacy to the hospital departments, registration of their use; escort of patients to the destination; manufacture of various dosage forms at the



pharmacy, dilution and mixing of highly toxic chemotherapeutic drugs. In addition, intelligent drug cabinets, which are a part of the centralized inventory management system of the hospital pharmacy, are used at hospital departments for storing drugs.

It has been shown that the use of robots in hospital pharmacies can help improve delivery of drugs to patients, facilitate the work of pharmaceutical and medical workers, as well as shorten costs.

Keywords: robot, automated system, hospital pharmacy, drug.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Применение роботов в медицине: основные тренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robo-sapiens.ru/stati/primenenie-robotov-v-meditsine-osnovnyie-trendyi/>. – Дата доступа: 20.03.2019.

2. Кугач, А. А. Аптечные роботы / А. А. Кугач, В. В. Кугач, Е. В. Игнатьева // Вестник фармации. – 2018. – № 2. – С. 84–94.

3. Наркевич, И. А. Роботизированные (автоматизированные) системы распределения лекарственных препаратов - современный тренд отечественной медицины / И. А. Наркевич, С. З. Умаров // Врач и информационные технологии. – 2012. – № 4. – С. 62–67.

4. Умаров, С. З. Безопасность лекарственной терапии – современный тренд госпитальной фармации / [Электронный ресурс] / С. З. Умаров // Консилиум главных врачей. – Режим доступа: <http://consiliummag.ru/articles/bezopasnost-lekarstvennoj-terapii-sovremennyy-j-trend-gospital-noj-farmatsii/>. – Дата доступа: 20.03.2019.

5. Роботы от А до Я [Электронный ресурс] // JOHO. – Режим доступа: <http://joho.ru/medicina.htm>. – Дата доступа: 20.03.2019.

6. В английской больнице работают аптечные роботы Wall-E и Eva [Электронный ресурс] // Автоматизация бизнеса. – Режим доступа: <http://www.avtosistema.biz.ua/avtomatizatsiya/robototekhnika/v-angliiskoi-bol-nitsce-rabotaut-aptechnye-roboty-wall-e-i-eva.html>. – Дата доступа: 21.03.2019.

7. First Pharmacy Automation System to Fully Automate Fulfillment of Multimed Blister Cards [Electronic source] // Omnicell. – Mode of access: [https://www.omnicell.com/us/en\\_us/products/m5000-multimed-automation](https://www.omnicell.com/us/en_us/products/m5000-multimed-automation). – Data of access: 21.03.2019.

8. Роботы заменяют фармацевтов в аптеках [Электронный ресурс] // Роботехника. – Режим доступа: <https://itnan.ru/post.php?c=2&p=263136>. – Дата доступа: 20.03.2019.

9. Робот начал выдавать пациентам лекарственные средства [Электронный ресурс] // Государственная научная медицинская библиотека Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. – Режим доступа: <http://med.uz/medlibrary/news/detail.php?ID=20419>. – Дата доступа: 18.03.2019.

10. В Дубае расширяется сеть «умных аптек» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uae-consulting.com/infocentr/uae-dubai-business-company-smart-pharmacy>. – Дата доступа: 21.03.2019.

11. Первый аптечный робот будет запущен в больнице Дубая [Электронный ресурс] // Киоскофт. – Режим доступа: <https://kiosksoft.ru/news/2017/01/16/pervyj-aptechnyj-robot-budet-zapushen-v-bolnice-dubaya>. – Дата доступа: 19.03.2019.

12. Робот выдает медикаменты в одной из больниц Ирландии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://robotics.ua/news/health/1532-robot\\_gives\\_medicine\\_in\\_a\\_hospital\\_in\\_ireland](https://robotics.ua/news/health/1532-robot_gives_medicine_in_a_hospital_in_ireland). – Дата доступа: 20.03.2019.

13. Первый робот-фармацевт заработал в Европе [Электронный ресурс] // Likarinfo. – Режим доступа: <http://www.likar.info/zdorovye-vsey-semyi/news-61645-pervyj-robot-farmatsevt-zarabotal-v-evrope/>. – Дата доступа: 18.03.2019.

14. В одной из больниц Мадрида начал работать робот-фармацевт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uznayvse.ru/tehnologii/v-odnoy-iz-bolnits-madrida-nachal-rabotat-robot-farmatsevt-50479.html>. – Дата доступа: 21.03.2019.

15. Новый японский робот для больниц [Электронный ресурс] // Наука 21 век. – Режим доступа: <http://nauka21vek.ru/archives/54173>. – Дата доступа: 17.03.2019.

16. Роботы-курьеры для больниц и госпиталей [Электронный ресурс] // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/roboty-kurery-dlya-bolnic-i-gospitalyay>. – Дата доступа: 19.03.2019.

17. Медицинские роботы Toyota заступают на службу в японской больнице [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robotics.ua/news/health/6656>

medicinskie\_roboty\_toyota\_zastupayut\_na\_slushbu. – Дата доступа: 15.03.2019.

18. Роботы-курьеры появятся в больницах [Электронный ресурс] // ИТ новости Беларуси и мира. – Режим доступа: <http://it-news.by/gadzhety/roboty-kurery-royavyatsya-v-bolnitsah/>. – Дата доступа: 15.03.2019.

19. Применение роботов в медицине: 5 интересных примеров [Электронный ресурс] // Robosapiens. – Режим доступа: <https://robo-sapiens.ru/stati/primenenie-robotov-v-meditsine-5-interesnyih-primerov/>. – Дата доступа: 15.03.2019.

20. Роботы-помощники заполнили коридоры больниц в Сан-Франциско [Электронный ресурс] // Robohunter. – Режим доступа: <https://robo-hunter.com/news/roboti-pomoshniki-zapolnili-koridori-bolnic-v-san-francisko>. – Дата доступа: 20.03.2019.

21. Relay [Электронный ресурс] // Robotrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/relay>. – Дата доступа: 15.03.2019.

22. Swisslog Healthcare and Savioke Introduce a New Fully Autonomous Service Robot (ASR) to the Healthcare Industry [Electronic source] // Health it outcomes/ – Mode of access: <https://www.healthitoutcomes.com/doc/swisslog-healthcare-savioke-fully-autonomous-robot-asr-healthcare-industry-0001>. – Data of access: 22.03.2019.

23. Savioke Completes \$17 Million Series B Round [Electronic source] // Savioke. – Mode of access: <http://www.savioke.com/blog/2018/9/13/savioke-completes-17-million-series-b-round>. – Data of access: 20.03.2019.

24. Relay Autonomous Service Robot [Electronic source] // Swisslog. – Mode of access: <https://www.swisslog.com/en-us/healthcare/products/material-transport/autonomous-service-robot>. – Data of access: 16.03.2019.

25. В новой шотландской больнице роль обслуживающего персонала лежит исключительно на роботах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dailytechinfo.org/medic/1431-v-novoj-shotlandskoj-bolnice-rol-obsluzhivayushhego-personala-lezhit-isklyuchitelno-na-robotax.html>. – Дата доступа: 15.03.2019.

26. Интеллектуальный шкаф eMED ICON [Электронный ресурс] // Эрья. – Режим доступа: [http://www.newicongroup.ru/dlja\\_bolnic/interelektualnyy\\_shkaf/](http://www.newicongroup.ru/dlja_bolnic/interelektualnyy_shkaf/). – Дата доступа: 17.03.2019.

27. Лекарства скоро будут готовить ро-

боты-фармацевты [Электронный ресурс] // Мой диабет. – Режим доступа: <https://moidiabet.ru/news/lekarstva-skoro-budut-gotovit-roboti-farmacevti>. – Дата доступа: 19.03.2019.

28. Первый робот-фармацевт заработал в Европе [Электронный ресурс] // Likar-info. – Режим доступа: <http://www.likar.info/zdorovye-vsey-semyi/news-61645-pervyj-robot-farmatsevt-zarabotal-v-evrope/>. – Дата доступа: 16.03.2019.

29. Staubli TX60L [Электронный ресурс] // Robotforum. – Режим доступа: <http://robotforum.ru/promyshlennyye-robotyi/staubli/staubli-tx60l.html>. – Дата доступа: 22.03.2019.

30. Робот для разведения антибиотиков – I.V. ICON Basic [Электронный ресурс] // Эрья. – Режим доступа: [http://www.newicongroup.ru/dlja\\_bolnic/robot\\_dlya\\_razvedeniya\\_antibiotikov\\_i\\_v\\_icon/](http://www.newicongroup.ru/dlja_bolnic/robot_dlya_razvedeniya_antibiotikov_i_v_icon/). – Дата доступа: 14.03.2019.

31. MEGA-FIXU [Электронный ресурс] // Эрья. – Режим доступа: [http://www.newicongroup.ru/dlja\\_bolnic/bolnichnaya\\_apteka\\_roboty\\_semeystva\\_fixu/mega\\_fixu/](http://www.newicongroup.ru/dlja_bolnic/bolnichnaya_apteka_roboty_semeystva_fixu/mega_fixu/). – Дата доступа: 19.03.2019.

32. Аптечный робот сортирует в день 10000 доз лекарств [Электронный ресурс] // Roboting.ru. – Режим доступа: <http://roboting.ru/1361-aptechnyj-robot-sortiruet-v-den-10000-doz-lekarstv.html>. – Дата доступа: 16.03.2019.

33. Вдовина, Е. Аптека: автоматический отпуск лекарств [Электронный ресурс] / Е. Вдовина // Иаб. – Режим доступа: <http://ilab.xmedtest.net/?q=node/4999>. – Дата доступа: 20.03.2019.

34. Форд, М. Роботы наступают: развитие технологий и будущее без работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://royallib.com/read/ford\\_martin/roboti\\_nastupayut\\_razvitie\\_tehnologiy\\_i\\_budushchee\\_bez\\_raboty.html#744774](https://royallib.com/read/ford_martin/roboti_nastupayut_razvitie_tehnologiy_i_budushchee_bez_raboty.html#744774). – Дата доступа: 21.02.2019.

#### Адрес для корреспонденции:

210023, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный ордена  
Дружбы народов медицинский университет»,  
кафедра организации и экономики  
фармации с курсом ФПК и ПК,  
тел. раб.: 8 (0212) 60-14-08,  
Кугач В. В.

Поступила 29.03.2019 г.

Рисунки к статье **Е. И. Юркевич, В. В. Кугач, Е. В. Игнатъевой, Е. Н. Тарасовой, Э. С. Войтович**  
**«Роботы в больничных аптеках» (С. 74-83)**



Рисунок 1. – Логистический робот HOSPI-R [15]



Рисунок 2. – Логистические роботы TUG [20]



Рисунок 3. – Панель робота TUG для ввода цифрового кода и сканирования отпечатка пальца [20]

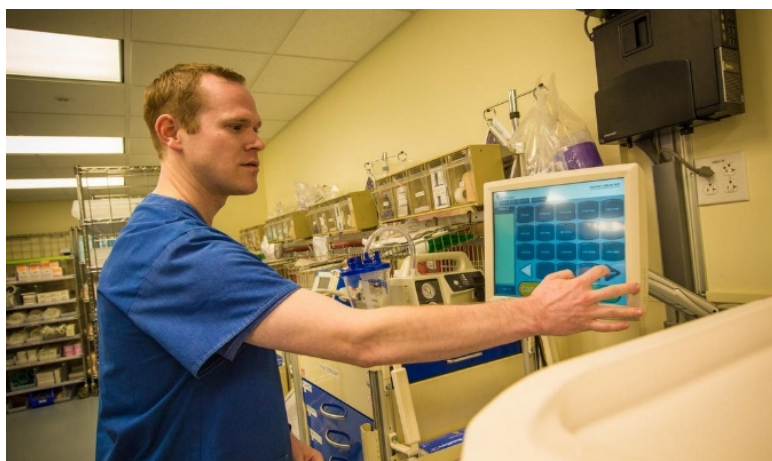


Рисунок 4. – Настройка работником параметров доставки ЛС [20]



Рисунок 5. – Доступ фармацевта к содержимому отдельной ячейки робота TUG [20]



Рисунок 6. – Управление логистическим роботом Relay [23]